

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Shinichi TAKEMURA, et al.

GAU:

SERIAL NO:NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HEREWITH

FOR: FIBER REINFORCED PLASTIC STRUCTURAL MEMBER

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):
Application No. _____ Date Filed _____

- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

| <u>COUNTRY</u> | <u>APPLICATION NUMBER</u> | <u>MONTH/DAY/YEAR</u> |
|----------------|---------------------------|-----------------------|
| Japan | 2002-224241 | July 31, 2002 |

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s) _____
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


C. Irvin McClelland

Registration No. 21,124

James D. Hamilton
Registration No. 28,421



22850

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 7 月 3 1 日
Date of Application:

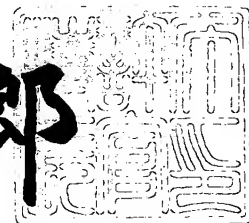
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 2 4 2 4 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 2 4 2 4 1]

出 願 人 新日本石油株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 1 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 5 7 4 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 A4445

【提出日】 平成14年 7月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 E04C 3/28

【発明の名称】 F R P 製構造用部材

【請求項の数】 6

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市中区千鳥町 8 番地新日本石油株式会社内

 【氏名】 竹村 振一

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市中区千鳥町 8 番地新日本石油株式会社内

 【氏名】 小牧 秀之

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区西新橋一丁目 3 番 1 2 号新日本石油株式会社内

 【氏名】 坂本 明男

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区西新橋一丁目 3 番 1 2 号新日本石油株式会社内

 【氏名】 佐野川 豊

【特許出願人】

 【識別番号】 000004444

 【氏名又は名称】 新日本石油株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100086287

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 伊東 哲也

【手数料の表示】**【予納台帳番号】** 002048**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 F R P 製構造用部材

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 強化繊維を含む F R P 製構造用部材が、引張弾性率 4 0 0 ～ 8 5 0 G P a の炭素繊維（a）を含みかつ、該炭素繊維（a）の配向方向が前記部材の長手方向に平行になるように配置されていることを特徴とする F R P 製構造用部材。

【請求項 2】 前記 F R P 製構造用部材が、更に引張弾性率 2 0 0 ～ 4 0 0 G P a 未満の炭素繊維（b）を含みかつ、該炭素繊維（b）の配向方向が前記部材の長手方向に平行になるように配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の F R P 製構造用部材。

【請求項 3】 前記炭素繊維（a）が、部材表面から部材横断面における中立面に向かって部材表面－中立面間の距離の 5 0 % 以下の範囲に配置されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の F R P 製構造用部材。

【請求項 4】 前記炭素繊維（b）が、部材表面から部材横断面における中立面に向かって部材表面－中立面間の距離の 5 0 % 以下の範囲に配置されていることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の F R P 製構造用部材。

【請求項 5】 前記 F R P 製構造用部材が、更に引張弾性率 2 0 0 ～ 8 5 0 G P a の炭素繊維（c）を含み、該炭素繊維（c）の配向方向が前記部材の長手方向に対して± 4 5 度になりかつ部材横断面における中立面に垂直な部位に配置されていることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 つに記載の F R P 製構造用部材。

【請求項 6】 前記炭素繊維（a）～（c）の総使用量が、F R P 製構造用部材に使用される強化繊維と炭素繊維の総使用量基準で 5 ～ 2 5 質量%であることを特徴とする請求項 5 に記載の F R P 製構造用部材。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、炭素繊維を含有する F R P（繊維強化プラスチック）製構造用部材

に関し、かかる F R P 製構造用部材は一般構造物、建造物および建設物の各形材、例えば補強材、骨材、枠材、梁、ビーム、支柱、脚、レール、ガイド材、栈、壁材、桁等として使用されるものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来の F R P 製構造用部材には、ガラス繊維またはアラミド繊維など比較的弾性率の低い強化繊維が使用されるか、あるいは特開平 9 - 2 0 3 1 5 9 号公報に記載されるように引張弾性率が 1 8 0 ~ 3 0 0 G P a の炭素繊維を使用していたため、構造用部材としての曲げ剛性が劣る場合が多かった。また実用的な曲げ剛性を得るためには部材厚みを増やさなければならないため部材の重量増加および材料コストおよび成形コストの上昇を招くという問題があり、従来の鋼製構造用部材と比べてコスト優位とはならなかった。曲げ剛性改善のため部材（梁）の高さ（横断面方向）を大きくすることにより断面二次モーメントを向上させる方法もあるが、このような部材を成形する金型が大型化し製造コストが増加する問題があった。

【 0 0 0 3 】

また橋梁や建築物などへの使用を考えた場合は、建造物全体としての振動を抑制するために構造用部材に高い振動減衰特性を付与することが重要な課題であるが、従来は振動減衰特性に優れる構造部材は知られてなかった。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は従来の上述した問題点を解決するものであり、軽量で高剛性、耐腐食性に優れるのは勿論のこと高い振動減衰特性を有しかつ製造コストが従来品よりも遥かに低い F R P 製構造用部材を提供することにある。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

即ち本発明は、強化繊維を含む F R P 製構造用部材が、引張弾性率 4 0 0 ~ 8 5 0 G P a の炭素繊維（a）を含みかつ、該炭素繊維（a）の配向方向が前記部材の長手方向に平行になるように配置されていることを特徴とする F R P 製構造

用部材に関する。

【0006】

前記FRP製構造用部材が、更に引張弾性率200～400GPa未満の炭素繊維（b）を含みかつ、該炭素繊維（b）の配向方向が前記部材の長手方向に平行になるように配置されていてもよい。

【0007】

前記炭素繊維（a）が、部材表面から部材横断面における中立面に向かって部材表面－中立面間の距離の50%以下の範囲に配置されていることが好ましい。また前記炭素繊維（b）が、部材表面から部材横断面における中立面に向かって部材表面－中立面間の距離の50%以下の範囲に配置されていることが好ましい。

【0008】

前記FRP製構造用部材が、更に引張弾性率200～850GPaの炭素繊維（c）を含み、該炭素繊維（c）の配向方向が前記部材の長手方向に対して±45度になりかつ部材横断面における中立面に垂直な部位に配置されていてもよい。

【0009】

前記炭素繊維（a）～（c）の総使用量が、FRP製構造用部材に使用される強化繊維と炭素繊維の総使用量基準で5～25質量%であることが好ましい。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明のFRP製構造用部材の望ましい形態について説明する。

（材料）

本発明で言う強化繊維は、炭素繊維以外の強化繊維を指すものとし、かかる強化繊維としては通常、ガラス繊維、アラミド繊維、ポリエチレン繊維あるいはこれらの混合繊維等が挙げられ、FRP製構造用部材に使用することができる。

【0011】

強化繊維のなかではガラス繊維、アラミド繊維は低コストであるため、大型部材などへ大量に使用する場合に好適であり、また耐食性に優れたFRPを得るこ

とができるので、構造物等として十分な耐久性を付与することが可能となり、さらに軽量化により比強度も高くすることができる。

【0012】

強化繊維は通常、引張弾性率 $60 \sim 130 \text{ GPa}$ 、好ましくは $70 \sim 130 \text{ GPa}$ 、引張強度 $1500 \sim 4500 \text{ MPa}$ 、好ましくは $2500 \sim 4500 \text{ MPa}$ を有し、短繊維あるいは連続繊維として使用することができる。

【0013】

(強化繊維の使用形態)

強化繊維の使用形態として一方向プリプレグや織物例えば平織り、朱子織、すだれ織りなどを利用するときには、ハンドレイアップ法、オートクレーブ成形法、RTM（樹脂注入）成形法、あるいはRFI（樹脂フィルム注入）成形法により、一方向プリプレグや織物を成形することができる。ボビンや織物を成形する場合にはビームなど長尺成形物の引き抜き成形法を使用することもできる。

【0014】

強化繊維の配向方向が本発明のFRP製構造用部材の長手方向に対して平行にすなわち 0° に配向するときは、部材の曲げ剛性が向上し、例えばI形横断面形状の梁およびH形横断面形状の梁などの場合には主にフランジ部分（対向する面）において、前記部材の長手方向に対して平行に強化繊維を配向すると効果的である。「長手方向」とは、横断面に垂直な方向を示す。

【0015】

FRP製構造用部材の長手方向に対して $\pm 45^\circ$ に配向した強化繊維は、中立面に垂直な部位（例えばI形横断面形状の梁やH形横断面形状の梁などのウェブなど）に主として使用され、前記部材のせん断変形を抑制することができる。中立面に垂直な部位（例えばI形横断面形状の梁やH形横断面形状の梁などのウェブ）において強化繊維の配向方向が本発明のFRP製構造用部材の長手方向に対して 90° であると、前記部材の圧縮強度を向上することができる。本発明で言う「中立面」とは、部材が曲げられた時、伸びも縮みもしない面を意味する。

【0016】

本発明のFRP製構造用部材に使用する炭素繊維は、使用部位および炭素繊維

の引張弾性率によって炭素繊維 (a)、炭素繊維 (b) および炭素繊維 (c) に分けることができる。

【0017】

炭素繊維 (a)、炭素繊維 (b) および炭素繊維 (c) の総使用量は、FRP 製構造用部材に使用する強化繊維と炭素繊維の総使用量基準で 5～25 質量%、好ましくは 5～20 質量%である。

【0018】

炭素繊維 (a) は、引張弾性率 400～850 GPa、好ましくは 500～850 GPa、さらに好ましくは 600～850 GPa、引張強度 2000～4000 MPa、好ましくは 2500～4000 MPa を有することができる。

【0019】

炭素繊維 (a) は、その配向方向が FRP 製構造用部材の長手方向に平行になわち 0° になるように配置され、部材表面から部材横断面における中立面に向かって部材表面－中立面間の距離の 50% 以下の範囲に配置されていることが好ましい。

【0020】

炭素繊維 (b) は、引張弾性率 200～400 GPa 未満、好ましくは 300～400 GPa 未満、さらに好ましくは 350～400 GPa、引張強度 2500～6000 MPa、好ましくは 3500～6000 MPa を有することができる。

【0021】

炭素繊維 (b) は、その配向方向が FRP 製構造用部材の長手方向に平行になわち 0° になるように配置され、部材表面から部材横断面における中立面に向かって部材表面－中立面間の距離の 50% 以下の範囲に配置されていることが好ましい。

【0022】

図 1 に I 形横断面形状の部材の横断面を示す。図 1 に炭素繊維 (a) および炭素繊維 (b) の使用例を示すが、これら炭素繊維は、FRP 製構造用部材の長手方向面を地面と平行にした際に地面に平行な面、例えば I 形や H 形横断面形状の

部材のフランジ部分 1 など、に配置され（図 1 の網掛け部）、前記部材の曲げ剛性の向上に効果的に作用することができる。詳細に説明すると曲げ変形下の中立面は、部材の高さ方向（横断面方向）における中央に存在するが、この場合弾性率の高い炭素繊維を中立面 3 から離れたフランジ部分などに配置することにより、部材の曲げ剛性を効果的に向上することができるのである。

【 0 0 2 3 】

図 2（a）、図 2（b）および図 2（c）それぞれに H 形、C 形および L 形それぞれの横断面形状の部材の横断面を示す。図 2 に示すように C 形横断面形状の部材においては対向する上下のフランジ部分、L 形横断面形状の部材においては地面に平行な下部のフランジ部分に弾性率の高い炭素繊維を配置することが曲げ剛性の向上に効果的である（それぞれ網掛け部に炭素繊維を配置）。

【 0 0 2 4 】

炭素繊維（c）は、引張弾性率 2 0 0 ～ 8 5 0 G P a、好ましくは 5 0 0 ～ 8 5 0 G P a、さらに好ましくは 6 0 0 ～ 8 5 0 G P a、引張強度 2 0 0 0 ～ 4 0 0 0 M P a、好ましくは 2 5 0 0 ～ 4 0 0 0 M P a を有することができる。

【 0 0 2 5 】

図 3（a）、図 3（b）、図 3（c）および図 3（d）それぞれに I 形、H 形、C 形および L 形それぞれの横断面形状の部材の横断面を示す。炭素繊維（c）は、その配向方向が F R P 製構造用部材の長手方向に対して ± 4 5 度になりかつ部材横断面における中立面に垂直な部位、例えば I 形や H 形横断面形状の部材のウェブ部分 2 など、に配置されていることが好ましい（図 3 の網掛け部）。炭素繊維（c）は、F R P 製構造用部材のせん断変形による曲げ撓みの抑制という効果を発揮することができる。

【 0 0 2 6 】

特に橋梁や建築物などへの F R P 製構造用部材の使用を考えた場合は、橋梁全体や建造物全体としての振動を抑制するため、F R P 製構造用部材に高い振動減衰特性を付与することが重要である。

【 0 0 2 7 】

本発明における炭素繊維（a）および炭素繊維（c）としては、高い振動減衰

特性を有する炭素繊維を使用することができ、高弾性率のピッチ系炭素繊維が好適である。

【0 0 2 8】

振動減衰特性の測定方法の一例および振動の抑制に対して有効な対数減衰率の範囲を以下に述べる。図 4 に、片持ち梁式振動減衰特性測定方法の概略図を示す。

【0 0 2 9】

振動減衰特性の測定には、以下の手順で成形した一方向 F R P 成形板を使用した。強化繊維を一方向に引き揃え、エポキシ樹脂を含浸させた強化繊維プリプレグを作製した。これを一方向プリプレグと呼ぶ。一方向プリプレグから、繊維方向長さ 3 0 0 mm×幅 3 0 0 mm の正方形のプリプレグを切り出し、次に強化繊維の配向角度が互いに同一、さらに成形後における板の厚みが 2 mm となるように、所定の枚数の一方向プリプレグを積層して積層体を得た。積層体をオートクレーブにより真空加圧成形し、長さ 3 0 0 mm×幅 3 0 0 mm×厚み 2 mm の一方向 F R P 成形板を得た。

【0 0 3 0】

この一方向 F R P 成形板から、繊維方向長さ 2 5 0 mm×幅 1 0 mm の短冊形試験片をダイヤモンドカッターにより切り出し、振動減衰特性に使用した。

【0 0 3 1】

J I S - G 0 6 0 2 (制振鋼板の振動減衰特性試験方法) 準拠の片端固定装置 4 に、前記試験片 8 の片端より 5 0 mm までの範囲を固定することにより、自由部の長さ 2 0 0 mm の片持ち梁となった (図 4)。

【0 0 3 2】

自由端より 1 6 0 mm 離れた箇所にひずみゲージ 5 を貼り付け、ひずみゲージとブリッジボックス 6 とを接続し、さらにブリッジボックスと増幅器 7 とを接続し、そして増幅器とコンピュータ 9 とを接続した。一方向 F R P 試験片 8 の長手方向におけるひずみをサンプリング間隔 = 5 0 0 μ 秒で測定した。自由端を振動させることにより自由振動波形を得た (図 5)。図 5 中、T は周期、x は振幅、n は振動の繰り返し回数をそれぞれ示す。さらに、下記式 1 にしたがって対数減衰

率 Δ を算出した。

【0033】

【数1】

$$\Delta = \frac{1}{n} \ln \frac{x_0}{x_n}$$

【0034】

本発明において炭素繊維（a）および炭素繊維（c）として使用する炭素繊維は、引張弾性率400～850GPa、好ましくは500～850GPa、さらに好ましくは600～850GPa、引張強度2000～4000MPa、好ましくは2500～4000MPaを有することに加えて、部材の長手方向におけるひずみ＝50～100 $\mu\epsilon$ のときの対数減衰率が0.015以上0.022以下であるか、または部材の長手方向におけるひずみ＝100～200 $\mu\epsilon$ のときの対数減衰率が0.017以上0.027以下であるか、または部材の長手方向におけるひずみ＝200～300 $\mu\epsilon$ のときの対数減衰率が0.020以上0.030以下である炭素繊維が好ましい。

【0035】

本発明のようにFRP製構造用部材に高引張弾性率を有する炭素繊維を使用することにより、かかる炭素繊維が、部材に作用する荷重を負担し部材の強度および剛性を高める作用をもち、かつ部材を軽量化するとともに部材のクリープ変形を抑え、ボルト接合の接合効率を高め、耐環境性（耐酸性、耐溶剤性）、疲労特性を向上させることができる。

【0036】

本発明のFRP製構造用部材に使用するマトリックス樹脂は熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂のいずれも使用することができる。熱硬化性樹脂としてはエポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、フェノール樹脂およびこれらの2種以上の混合物等を使用することができる。熱可塑性樹脂としては、PE

E K、ポリアミド樹脂、ポリカーボネート樹脂、A B S樹脂およびこれらの2種以上の混合物等を使用することができる。

【0 0 3 7】

本発明のF R P製構造用部材の横断面形状は、図1に示すようにI形や、図2に示すようにH形、C形、L形、その他図示はしていないがZ形、U形、T形、箱形、あるいはフラット形でもよい。

【0 0 3 8】

また、前記炭素繊維(c)によりF R P製構造用部材のせん断変形による曲げ撓みを抑制する場合、図3に示すようにI形、H形、C形およびL形それぞれの形状のビーム断面のなかで、中立面に対して垂直な部位に前記炭素繊維(c)を使用することが効果的である。

【0 0 3 9】

(成形方法)

なお、本発明に係るF R P製構造用部材を製造する方法としては、プルトルージョン法、プルワインド法、フィラントワインディング法、ハンドレイアップ法、R T M成形法等、公知のあらゆる成形技術を用いることができる。中でも、フィラメントワインディング法、R T M成形法や炭素繊維を含む繊維束を樹脂を含浸させながら一体成形する、引き抜き(プルトルージョン)成形法、プルワインド成形法を用いることが経済的である。また、少量生産や複雑で特殊な構造のF R P部材を製造する場合には、ハンドレイアップ法が適している。

【0 0 4 0】

(用途)

本発明のF R P製構造用部材は、一般構造物や建造物用の部材として用いられる。一般構造物用F R P部材は、各種構造物の骨材や枠材、梁、ビーム、支柱、脚、レール、ガイド材として用いることができる。

【0 0 4 1】

また、建造物用部材としては、木造、鉄骨、セメントモルタル、レンガ作りの個人用家屋はもとより、鉄筋コンクリート作りの大型ビル、高層建築ビル、化学工場などの工場、倉庫、車庫、農業用のビニールハウスや園芸ハウス、ソーラー

ハウス、歩道橋、電話ボックス、移動式の簡易トイレ、シャワー室、ガレージ、テラス、ベンチ、ガードレール、広告塔、小屋、ペット小屋、テント小屋、物置、プレハブ等の小型・簡易建物などあらゆる建造物に使用できる部材が挙げられる。かかる部材の使用例としては、ビルの屋上の貯水槽の補強材、ダクト補強材、プール材、ドアや窓の枠、軒の棧、天井や床の梁、敷居、間仕切り材、側壁材、鴨居、支柱、部屋を仕切るためのパーティションの枠、雨樋、足場等々、多種多様な態様が挙げられる。

【0042】

【実施例】

実施例 1

強化繊維を一方向に引き揃え、これにエポキシ樹脂を含浸させて一方向プリプレグを得た。同様に炭素繊維を含む一方向プリプレグも作製した。これら強化繊維を含む一方向プリプレグと炭素繊維を含む一方向プリプレグを積層して、横断面が I 形の FRP 製 I 形梁を成形した。FRP 製 I 形梁の積層構成は、フランジ、ウェブともに図 6 に示すように $[+45/-45/90/0/0/0/90/-45/+45] = [+45/-45/90/0/0]_s$ の 10 層構成とし、1 層厚み $0.5\text{ mm} \times 10$ 層で部材厚み 5 mm を得た。ここで「+45」や「90」等各数字は、梁の長手方向に対する繊維の配向角度を示す。

【0043】

強化繊維としてガラス繊維を、そして 2 種類の炭素繊維として東レ製 T700S (引張弾性率 230 GPa) および日本グラファイトファイバー製 XN-80 (引張弾性率 780 GPa) をそれぞれ使用した。図 6 に示すように、フランジの 0° 層、2 層分に炭素繊維 T700S を含む一方向プリプレグを、フランジの 0° 層の残りの 2 層に炭素繊維 XN-80 を含む一方向プリプレグをそれぞれ使用し、他の部分、すなわちフランジの $+45^\circ$ 層、 -45° 層、 90° 層およびウェブの全層にはすべてガラス繊維を含む一方向プリプレグを使用した。I 形梁はハンドレイアップ法により成形した。なお強化繊維と炭素繊維の体積含有率は $50\text{ vol}\%$ であった。

【0044】

図6 (a) はフランジ部積層構成、図6 (b) はウェブ部積層構成をそれぞれ示す。図6中、10は梁の長手方向に対して繊維が $+45^{\circ}$ に配向したガラス繊維一方向プリプレグ、11は梁の長手方向に対して繊維が -45° に配向したガラス繊維一方向プリプレグ、12は梁の長手方向に対して繊維が 90° に配向したガラス繊維一方向プリプレグ、13は梁の長手方向に対して繊維が 0° に配向した炭素繊維T700S一方向プリプレグ、14は梁の長手方向に対して繊維が 0° に配向した炭素繊維XN-80一方向プリプレグ、15は梁の長手方向に対して繊維が 0° に配向したガラス繊維一方向プリプレグをそれぞれ示す。他の図面において同じ符号は同じものを示す。

【0045】

FRP製I形梁を使用して、自重および等分布荷重の負荷それぞれによるたわみを測定した。梁の寸法は、フランジ幅100mm、梁(部材)高さ100mm、長さ2000mm、部材厚みはフランジ、ウェブともに5mmであった。なおウェブ高さは、90mm(=梁高さ-フランジ厚み \times 2)であった。

【0046】

表1に示す通り、実施例1におけるFRP製I形梁は軽量で自重撓みも小さく、高い曲げ剛性を有し、曲げたわみも小さかった。また、以下の手順によりFRP製I形梁の振動減衰特性を測定した。

【0047】

ブリュエル&ケアー社製FFTアナライザーであるTYPE2035(商品名)に、エンデブコ社製モーダルハンマーであるMODEL2302-5(商品名)を接続し、片端に取り付けたワイヤーにより鉛直方向に吊り下げたI型梁に、モーダルハンマーでインパクトを与えた。このときの振動をI形梁の下端(自由端)に取り付けた加速度ピックアップTYPE4374で測定し、ハンマーによる入力信号と加速度ピックアップによる加速度信号の関係についてFFT(高速フーリエ変換)解析を行い、振動減衰特性を評価した。

実施例1に示すFRP製I形梁は、優れた振動減衰特性を有していた。

【0048】

実施例2

強化繊維を含む一方向プリプレグと炭素繊維を含む一方向プリプレグを積層して、横断面が I 形の FRP 製 I 形梁を成形した。FRP 製 I 形梁の積層構成は、フランジ、ウェブともに図 6 に示すように $[+45/-45/90/0/0/0/90/-45/+45] = [+45/-45/90/0/0]_s$ の 10 層構成とし、1 層厚み $0.2\text{ mm} \times 10$ 層で部材厚み 2 mm を得た。強化繊維としてガラス繊維を、そして 2 種類の炭素繊維として東レ製 T700S (引張弾性率 230 GPa) および日本グラファイトファイバー製 XN-80 (引張弾性率 780 GPa) をそれぞれ使用した。実施例 1 の場合と同様、図 6 に示すように、フランジの 0° 層、2 層分に炭素繊維 T700S を含む一方向プリプレグを、フランジの 0° 層の残りの 2 層に炭素繊維 XN-80 を含む一方向プリプレグをそれぞれ使用し、他の部分、すなわちフランジの $+45^\circ$ 層、 -45° 層、 90° 層およびウェブの全層にはすべてガラス繊維を含む一方向プリプレグを使用した。I 形梁はハンドレイアップ法により成形し、マトリックス樹脂にはエポキシ樹脂を使用した。なお強化繊維と炭素繊維の体積含有率は $50\text{ vol}\%$ であった。

【0049】

FRP 製 I 形梁を使用して、自重および等分布荷重の負荷それぞれによるたわみを測定した。梁の寸法は、フランジ幅 100 mm 、梁高さ 100 mm 、長さ 2000 mm 、部材厚みはフランジ、ウェブともに 2 mm であった。なおウェブ高さは、 96 mm (= 梁高さ - フランジ厚み $\times 2$) であった。

【0050】

表 1 に示す通り、実施例 1 における FRP 製 I 形梁は軽量で自重撓みが小さく、高い曲げ剛性を有し、曲げたわみも小さかった。また、実施例 1 と同様に FRP 製 I 形梁の振動減衰特性を評価したところ、実施例 2 における FRP 製 I 形梁は優れた振動減衰特性を有していた。

【0051】

実施例 3

強化繊維を含む一方向プリプレグと炭素繊維を含む一方向プリプレグを積層して、横断面が I 形の FRP 製 I 形梁を成形した。FRP 製 I 形梁の寸法は実施例 1 と同様とした。強化繊維としてガラス繊維を、そして炭素繊維として日本グラ

ファイトファイバー製XN-80（引張弾性率780GPa）をそれぞれ使用した。図7に示すように、フランジの0°層のみに炭素繊維XN-80（日本グラファイトファイバー製、引張弾性率780GPa）を含む一方向プリプレグを使用し、他の部分、すなわちフランジの+45°層、-45°層、90°層およびウェブの全層にはすべてガラス繊維を含む一方向プリプレグを使用した。I形梁はハンドレイアップ法により成形し、マトリックス樹脂にはエポキシ樹脂を使用した。なお強化繊維と炭素繊維の体積含有率は50vol%であった。図7（a）はフランジ部積層構成、図7（b）はウェブ部積層構成をそれぞれ示す。

【0052】

表1に示す通り、実施例3におけるFRP製I形梁は軽量で自重撓みが小さく、高い曲げ剛性を有し、曲げたわみも小さかった。また、実施例1と同様にFRP製I形梁の振動減衰特性を評価したところ、実施例3におけるFRP製I形梁は優れた振動減衰特性を有していた。

【0053】

実施例4

強化繊維を含む一方向プリプレグと炭素繊維を含む一方向プリプレグを積層して、横断面がI形のFRP製I形梁を成形した。FRP製I形梁の寸法は実施例1と同様とした。強化繊維としてガラス繊維を、炭素繊維として日本グラファイトファイバー製XN-80（引張弾性率780GPa）をそれぞれ使用した。図8に示すように、フランジの0°層、ウェブの+45°層および-45°層に炭素繊維XN-80（日本グラファイトファイバー製、引張弾性率780GPa）を含む一方向プリプレグを使用し、他の部分、すなわちフランジの+45°層、-45°層および90°層、ウェブの0°層および90°層にはガラス繊維を含む一方向プリプレグを使用した。I形梁はハンドレイアップ法により成形し、マトリックス樹脂にはエポキシ樹脂を使用した。なお強化繊維と炭素繊維の体積含有率は50vol%であった。

【0054】

図8（a）はフランジ部積層構成、図8（b）はウェブ部積層構成をそれぞれ示す。図8中、16は梁の長手方向に対して繊維が+45°に配向した炭素繊維

XN-80一方向プリプレグ、17は梁の長手方向に対して繊維が -45° に配向した炭素繊維XN-80一方向プリプレグをそれぞれ示す。

【0055】

表1に示す通り、実施例4におけるFRP製I形梁は高い曲げ剛性を有し、曲げたわみは小さかった。また、実施例1と同様にFRP製I形梁の振動減衰特性を評価したところ、実施例4におけるFRP製I形梁は優れた振動減衰特性を有していた。

【0056】

実施例5

ガラス繊維を含む一方向プリプレグ、および炭素繊維を含む一方向プリプレグすなわち炭素繊維として東レ製T700S（引張弾性率230GPa）および日本グラファイトファイバー製XN-80（引張弾性率780GPa）をそれぞれ使用した一方向プリプレグより、断面形状がI形のFRP製I形梁を成形した。マトリックス樹脂としてエポキシ樹脂を使用した。FRP製I形梁の積層構成は、フランジ、ウェブともに $[+45/-45/90/0/0/0/90/-45/+45]$ の10層構成とした。

【0057】

重量およびコストについて、鋼製梁および従来のガラス繊維のみを使用したFRP製I形梁と比較するため、本発明に従い、以下の5種類のFRP製I形梁を製作した。

【0058】

(A11-T700S梁)

フランジ幅300mm、フランジ厚み35mm、I形梁全高さ600mm、ウェブ厚み20mmとして、東レ製T700S（引張弾性率230GPa）を含む一方向炭素繊維プリプレグを使用し、上記積層構成にしたがい、FRP製I形梁を成形した。梁の長さは10mとし、ハンドレイアップ法により製作した。得られたFRP製I形梁の重量は4500Nであり、980N/mの等分布荷重試験時におけるたわみは2.0mm（自重によるたわみを含む）、これにより得られるFRP製I形梁の曲げ剛性は、 $9.31 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{m}^2$ となった。後で述

べる鋼製梁と比べて軽量であり、後で述べるA11-GFRP梁と比べて軽量かつ低コストであった。

【0059】

(A11-XN80 梁)

フランジ幅300mm、フランジ厚み10mm、I形梁全高さ600mm、ウェブ厚み7mmとして、日本グラファイトファイバー製XN-80（引張弾性率780GPa）を含む一方向炭素繊維プリプレグを使用し、上記積層構成にしたがい、FRP製I形梁を成形した。梁の長さは10mとし、ハンドレイアップ法により製作した。得られたFRP製I形梁の重量は1520Nであり、980N/mの等分布荷重試験時におけるたわみは1.58mm（自重によるたわみを含む）、これにより得られるFRP製I形梁の曲げ剛性は、 $9.32 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{m}^2$ となった。後で述べる鋼製梁と比べて非常に軽量であり、後で述べるA11-GFRP梁と比べて軽量かつ低コストであった。

【0060】

(T700S/GF Hybrid)

フランジ幅300mm、フランジ厚み42mm、I形梁全高さ600mm、ウェブ厚み28mmとして、東レ製T700S（引張弾性率230GPa）を含む一方向炭素繊維プリプレグおよびガラス繊維を含む一方向ガラス繊維プリプレグを使用し、上記積層構成にしたがい、FRP製I形梁を成形した。フランジの長手方向（0°）にのみT700Sを含む一方向炭素繊維プリプレグを使用し、他の部分すなわちフランジの+45°、-45°、90°およびウェブの全層には一方向ガラス繊維プリプレグを使用した。梁の長さは10mとし、ハンドレイアップ法により製作した。得られたFRP製I形梁の重量は6460Nであり、980N/mの等分布荷重試験時におけるたわみは2.27mm（自重によるたわみを含む）、これより得られるFRP製I型梁の曲げ剛性は、 $9.32 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{m}^2$ となった。後で述べる鋼製梁と比べて非常に軽量であり、後で述べるA11-GFRP梁と比べて軽量かつ低コストであった。

【0061】

(XN-80/GF Hybrid梁)

フランジ幅 3 0 0 mm、フランジ厚み 1 3 mm、I 型梁全高さ 6 0 0 mm、ウェブ厚み 9 mm として、日本グラファイトファイバー製 XN-80 (引張弾性率 7 8 0 GPa) を含む一方向炭素繊維プリプレグおよびガラス繊維を含む一方向ガラスプリプレグを使用し、上記積層構成にしたがい、FRP 製 I 型梁を成形した。フランジの長手方向 (0°) にのみ XN-80 を含む一方向炭素繊維プリプレグを使用し、他の部分、すなわちフランジの $+45^{\circ}$ 、 -45° 、 90° およびウェブの全層には一方向ガラス繊維プリプレグを使用した。梁の長さは 1 0 m とし、ハンドレイアップ法により製作した。得られた FRP 製 I 型梁の重量は 2 1 8 0 N であり、9 8 0 N/m の等分布荷重試験時におけるたわみは 1. 6 8 mm (自重によるたわみを含む)、これより得られる FRP 製 I 型梁の曲げ剛性は、 $9.31 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{m}^2$ となった。後で述べる鋼製梁と比べて非常に軽量かつ低コストであり、後で述べる A11-GFRP 梁と比べて極めて軽量かつ低コストであった。

【0062】

(T700S/XN-80/GF Hybrid 梁)

フランジ幅 3 0 0 mm、フランジ厚み 1 3 mm、I 型梁全高さ 6 0 0 mm、ウェブ厚み 9 mm として、東レ製 T 7 0 0 S (引張弾性率 2 3 0 GPa) または日本グラファイトファイバー製 XN-80 (引張弾性率 7 8 0 GPa) を含む一方向炭素繊維プリプレグおよびガラス繊維を含む一方向ガラスプリプレグを使用し、上記積層構成にしたがい、FRP 製 I 型梁を成形した。フランジの長手方向 (0°) のうち 2 層に T 7 0 0 S を含む一方向炭素繊維プリプレグを使用し、フランジの長手方向 (0°) の残りの 2 層に XN-80 を含む一方向炭素繊維プリプレグを使用し、他の部分、すなわちフランジの $+45^{\circ}$ 、 -45° 、 90° およびウェブの全層には一方向ガラス繊維プリプレグを使用した。梁の長さは 1 0 m とし、ハンドレイアップ法により製作した。得られた FRP 製 I 型梁の重量は 3 2 2 5 N であり、9 8 0 N/m の等分布荷重試験時におけるたわみは 1. 8 2 mm (自重によるたわみを含む)、これより得られる FRP 製 I 型梁の曲げ剛性は、 $9.31 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{m}^2$ となった。後で述べる鋼製梁と比べて非常に軽量であり、後で述べる A11-GFRP 梁と比べて極めて軽量かつ低コストであった。

【0063】

本発明によるFRP製I形梁と比較するため、以下の2種類の従来製法による梁を製作した。

【0064】

(A11-GFRP 梁)

フランジ幅300mm、フランジ厚み80mm、I形梁全高さ700mm、ウェブ厚み25mmとして、ガラス繊維を含む一方向ガラス繊維プリプレグを使用し、上記積層構成にしたがい、FRP製I形梁を成形した。得られるA11-GFRP梁は強化繊維としてガラス繊維のみを使用した従来のFRP製I形梁である。梁の長さは10mとし、ハンドレイアップ法により製作した。得られたFRP製I形梁の重量は10540Nであり、980N/mの等分布荷重試験時におけるたわみは2.81mm（自重によるたわみを含む）、これにより得られるFRP製I形梁の曲げ剛性は、 $9.44 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{m}^2$ となった。これまで記載してきた本発明によるFRP製I形梁と比べて重量が大きく、またコストも高かった。

【0065】

(鋼製梁)

フランジ幅300mm、フランジ厚み10mm、I形梁全高さ500mm、ウェブ厚み10mmとして、鋼製梁を製作した。得られた鋼製梁の重量は8250Nであり、980N/mの等分布荷重試験時におけるたわみは2.53mm（自重によるたわみを含む）、これにより得られるFRP製I形梁の曲げ剛性は、 $9.32 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{m}^2$ となった。これまで記載してきた本発明によるFRP製I形梁と比べて、コストは同等以下であったが、重量が大きい点で極めて不利であった。

【0066】

図9に示すとおり、コストおよび鋼製梁に対する重量の關係に注目すると、本発明による、A11-T700S 梁、A11-XN80梁、T700S/GF Hybrid 梁、XN-80/GF Hybrid 梁、T700S/XN-80/GF Hybrid 梁はいずれも、従来のA11-GFRP梁および鋼製梁と比べて軽量であった。また本発明による、A11-T700S 梁、A11-XN80梁、T700S/GF Hybrid 梁、XN-80/GF Hybrid 梁、T700S/XN-80/GF Hybrid 梁はいずれも、A11-

GFRP梁と比べて低コストで成形することが可能であった。

【0 0 6 7】

比較例 1

強化繊維を含む一方向プリプレグを積層して、横断面が I 形の F R P 製 I 形梁を成形した。F R P 製 I 形梁の寸法は実施例 1 と同様とした。強化繊維としてガラス繊維を使用した。図 1 0 に示すように、I 形梁のすべての部位にガラス繊維を含む一方向プリプレグを使用した。I 形梁はハンドレイアップ法により成形し、マトリックス樹脂にはエポキシ樹脂を使用した。なお強化繊維の体積含有率は 5 0 v o l % であった。図 1 0 (a) はフランジ部積層構成、図 1 0 (b) はウェブ部積層構成をそれぞれ示す。

【0 0 6 8】

表 1 に示すように、比較例 1 における I 形梁は重量が大きく、また曲げ剛性が低いため、自重および等分布荷重の負荷により大きなたわみが発生した。また、実施例 1 と同様に F R P 製 I 形梁の振動減衰特性を評価したところ、比較例 1 における F R P 製 I 形梁は振動減衰特性に関して実施例の F R P 製 I 型梁に比べて劣っていた。

【0 0 6 9】

比較例 2

強化繊維を含む一方向プリプレグと炭素繊維を含む一方向プリプレグを積層して、横断面が I 形の F R P 製 I 形梁を成形した。F R P 製 I 形梁の積層構成は、フランジ、ウェブともに $[+45/-45/90/0/0/0/0/90/-45/+45] = [+45/-45/90/0/0]_s$ の 1 0 層構成とし、1 層厚み 1 . 2 mm × 1 0 層で部材厚み 1 2 mm を得た。強化繊維としてガラス繊維を、炭素繊維として東レ製 T 7 0 0 S (引張弾性率 2 3 0 G P a) をそれぞれ使用した。図 1 1 に示すように、フランジの 0° 層のみに炭素繊維 T 7 0 0 S (引張弾性率 2 3 0 G P a) を含む一方向プリプレグを使用し、他の部分、すなわちフランジの + 4 5° 層、- 4 5° 層、9 0° 層およびウェブの全層にはすべてガラス繊維を含む一方向プリプレグを使用した。I 形梁はハンドレイアップ法により成形し、マトリックス樹脂にはエポキシ樹脂を使用した。なお強化繊維と炭素繊維の体積含有率は 5 0 v o l % であった。図 1 1 (

a) はフランジ部積層構成、図 1 1 (b) はウェブ部積層構成をそれぞれ示す。

【0 0 7 0】

I 形梁の寸法は、フランジ幅 1 0 0 mm、梁高さ 1 0 0 mm、長さ 2 0 0 0 mm、部材厚みはフランジ、ウェブともに 1 2 mmであった。なおウェブ高さは、7 6 mm (=梁高さ-フランジ厚み×2) であった。

【0 0 7 1】

表 1 に示す通り、比較例 2 における F R P 製 I 形梁は、総たわみに関しては実施例 1 における F R P 製 I 形梁と同程度であったが、重量が非常に大きく、成形に要する強化繊維および樹脂の量も多かった。また、実施例 1 と同様に F R P 製 I 形梁の振動減衰特性を評価したところ、比較例 2 における F R P 製 I 型梁は振動減衰特性に関して実施例の F R P 製 I 型梁に比べて劣っていた。

【0 0 7 2】

比較例 3

強化繊維を含む一方向プリプレグと炭素繊維を含む一方向プリプレグを積層して、横断面が I 形の F R P 製 I 形梁を成形した。F R P 製 I 形梁の積層構成は、フランジ、ウェブともに $[+45/-45/90/0/0/0/0/90/-45/+45] = [+45/-45/90/0/0]_s$ の 1 0 層構成とし、1 層厚み 0. 2 mm×1 0 層で部材厚み 2 mmを得た。強化繊維としてガラス繊維を、炭素繊維として東レ製 T 7 0 0 S (引張弾性率 2 3 0 G P a) をそれぞれ使用した。図 1 2 に示すように、フランジの 0° 層のみに炭素繊維 T 7 0 0 S (引張弾性率 2 3 0 G P a) を含む一方向プリプレグを使用し、他の部分、すなわちフランジの + 4 5° 層、- 4 5° 層、9 0° 層およびウェブの全層にはすべてガラス繊維を含む一方向プリプレグを使用した。I 形梁はハンドレイアップ法により成形し、マトリックス樹脂にはエポキシ樹脂を使用した。なお強化繊維と炭素繊維の体積含有率は 5 0 v o l %であった。図 1 2 (a) はフランジ部積層構成、図 1 2 (b) はウェブ部積層構成をそれぞれ示す。

【0 0 7 3】

I 形梁の寸法は、フランジ幅 1 0 0 mm、梁高さ 1 0 0 mm、長さ 2 0 0 0 mm、部材厚みはフランジ、ウェブともに 2 mmであった。なおウェブ高さは、9 6 mm (=梁高さ-フランジ厚み×2) であった。

【0074】

表1に示す通り、比較例3におけるFRP製I形梁は、重量に関しては実施例2と同程度であったが、曲げ剛性が低いため、自重および等分布荷重の負荷により非常に大きなたわみが発生した。また、実施例1と同様にFRP製I形梁の振動減衰特性を評価したところ、比較例3におけるFRP製I形梁は振動減衰特性に関して実施例のFRP製I形梁に比べて劣っていた。

【0075】

実施例1～4並びに比較例1～3それぞれのI形梁の諸物性を表1にまとめて示す。

【0076】

【表1】

| | | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 | 比較例1 | 比較例2 | 比較例3 |
|-----------------------|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 部材寸法 | | | | | | | | |
| フランジ幅 | mm | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 部材高さ | mm | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 部材厚み | mm | 5 | 2 | 5 | 5 | 5 | 12 | 2 |
| 強化繊維 | | | | | | | | |
| フランジ | [0] | XN-80 T700S | XN-80 T700S | XN-80 | XN-80 | GF | T700S | T700S |
| | [±45/90] | GF | GF | GF | GF | GF | GF | GF |
| ウェブ | [±45] | GF | GF | GF | XN-80 | GF | GF | GF |
| | [0/90] | GF | GF | GF | GF | GF | GF | GF |
| 梁長さ | mm | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| 梁重量 | N | 50.9 | 20.5 | 52.0 | 50.9 | 53.9 | 114.6 | 20.6 |
| 自重によるたわみ | mm | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.10 | 0.05 | 0.04 |
| 等分布荷重 980N/mによるたわみ | mm | 0.81 | 1.89 | 0.54 | 0.50 | 3.56 | 0.78 | 3.71 |
| 総たわみ | mm | 0.83 | 1.92 | 0.55 | 0.51 | 3.66 | 0.83 | 3.75 |
| 曲げ剛性 | N・m ² | 253×10 ⁵ | 108×10 ⁵ | 377×10 ⁵ | 380×10 ⁵ | 574×10 ⁴ | 260×10 ⁵ | 550×10 ⁴ |
| 振動減衰性 | | 高 | 高 | 高 | 高 | 低 | 低 | 低 |

【0077】

【発明の効果】

以上、説明したように、本発明は、軽量で高剛性、耐腐食性に優れるのは勿論のこと高い振動減衰特性を有しかつ製造コストが従来品よりも遥かに低いFRP製構造用部材を提供することができる。本発明のFRP製構造用部材の製造コストは試算によると鋼製構造用部材と同等かそれよりも低いものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 I 形横断面形状の部材の横断面である。

【図 2】 H 形、C 形および L 形それぞれの横断面形状の部材の横断面である。

【図 3】 I 形、H 形、C 形および L 形それぞれの横断面形状の部材の横断面である。

【図 4】 片持ち梁式振動減衰特性測定方法の概略図である。

【図 5】 自由振動波形の図である。

【図 6】 実施例 1 および実施例 2 における一方向プリプレグの積層構成を示す図である。

【図 7】 実施例 3 における一方向プリプレグの積層構成を示す図である。

【図 8】 実施例 4 における一方向プリプレグの積層構成を示す図である。

【図 9】 I 形梁の種類別製造コスト比較図である。

【図 10】 比較例 1 における一方向プリプレグの積層構成を示す図である。

【図 11】 比較例 2 における一方向プリプレグの積層構成を示す図である。

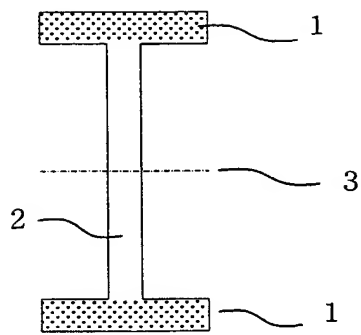
【図 12】 比較例 3 における一方向プリプレグの積層構成を示す図である。

【符号の説明】 1：フランジ部分、2：ウェブ部分、3：中立面、4：片端固定装置、5：ひずみゲージ、6：ブリッジボックス、7：増幅器、8：一方向 FRP 試験片、9：コンピュータ、10：+45° に配向したガラス繊維一方向プリプレグ、11：-45° に配向したガラス繊維一方向プリプレグ、12：90° に配向したガラス繊維一方向プリプレグ、13：0° に配向した炭素繊維 T700S 一方向プリプレグ、14：0° に配向した炭素繊維 XN-80 一方向プリプレグ、15：0° に配向したガラス繊維一方向プリプレグ、16：+45° に配向した炭素繊維 XN-80 一方向プリプレグ、17：-45° に配向した炭素繊維 XN-80 一方向プリプレグ。

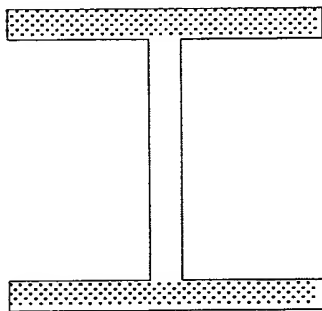
【書類名】

図面

【図 1】

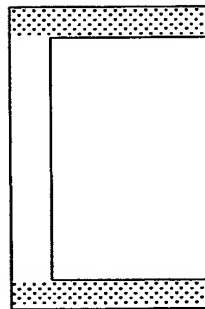


【図 2】



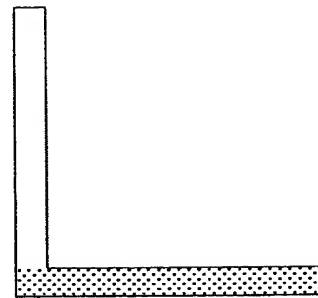
(a)

H型



(b)

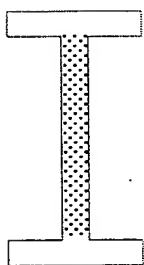
C型



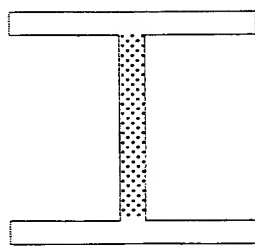
(c)

L型

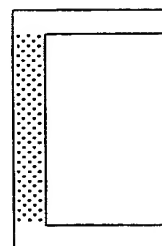
【図 3】



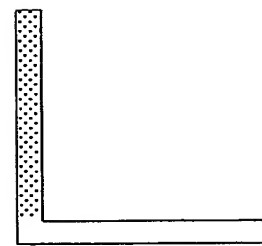
(a)



(b)

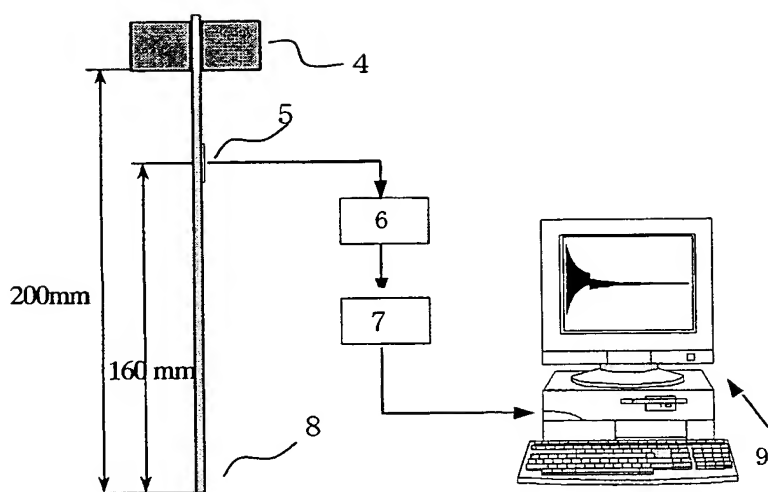


(c)

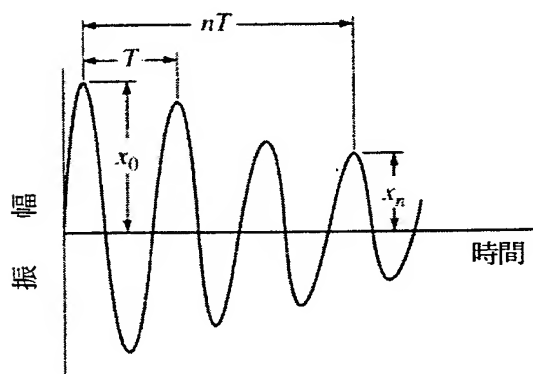


(d)

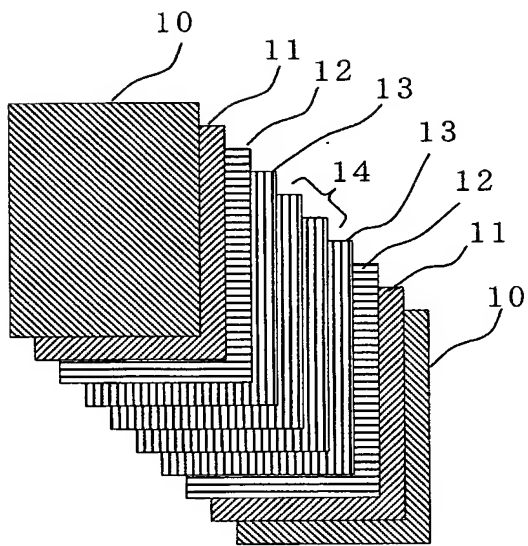
【図 4】



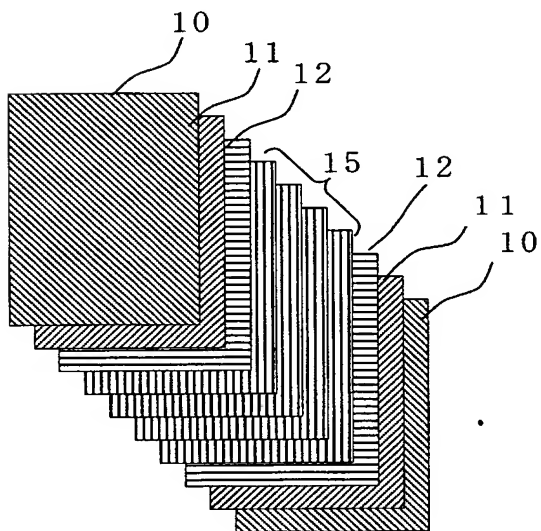
【図 5】



【図 6】

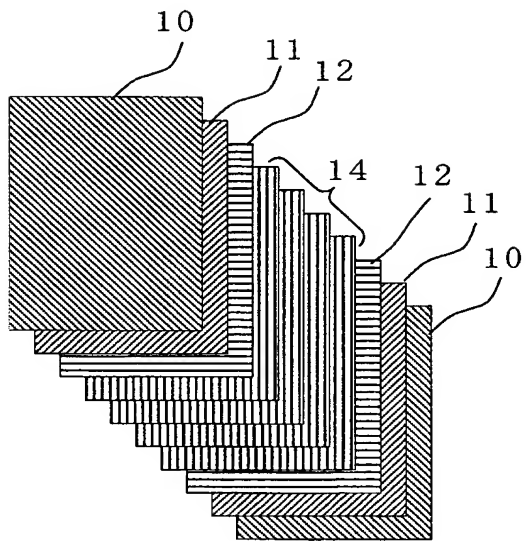


(a)

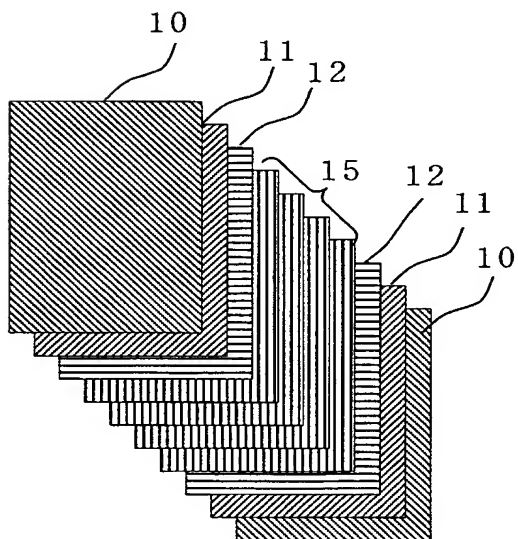


(b)

【図 7】

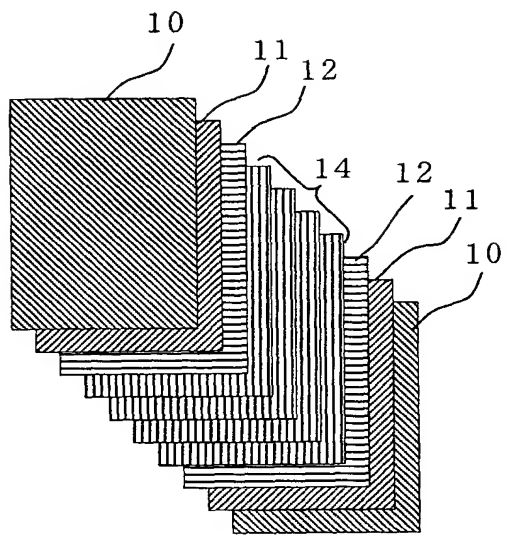


(a)

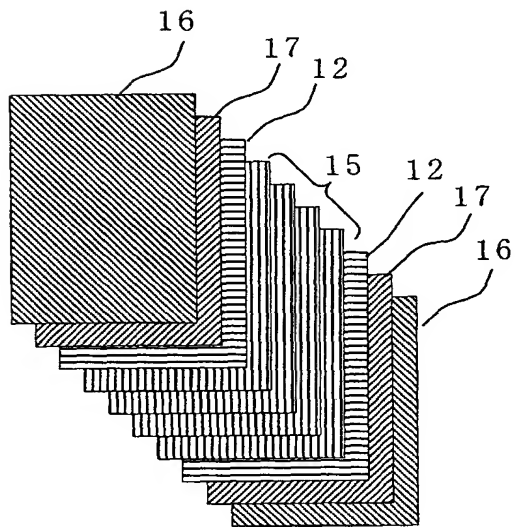


(b)

【図 8】

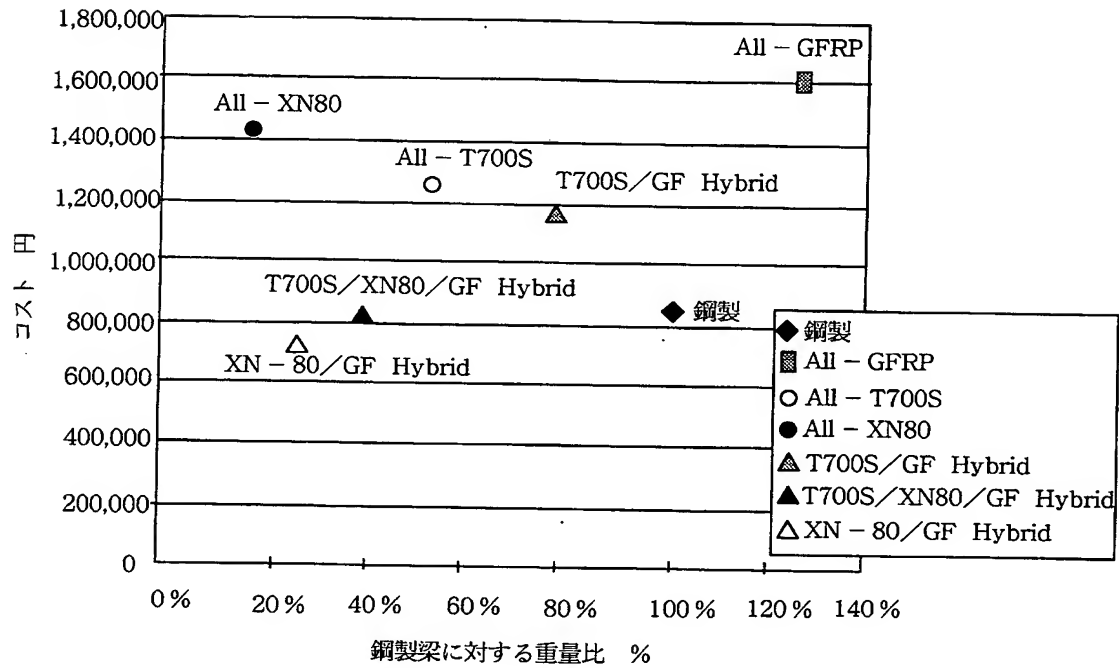


(a)

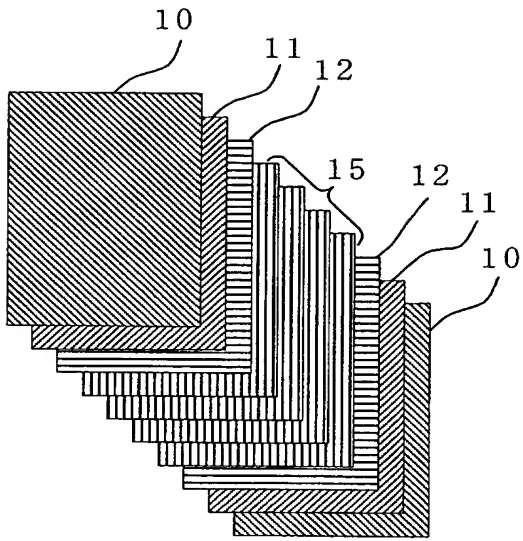


(b)

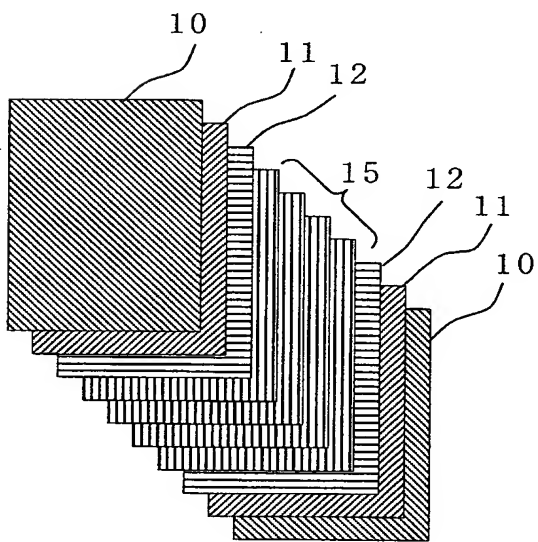
【図 9】



【図 10】

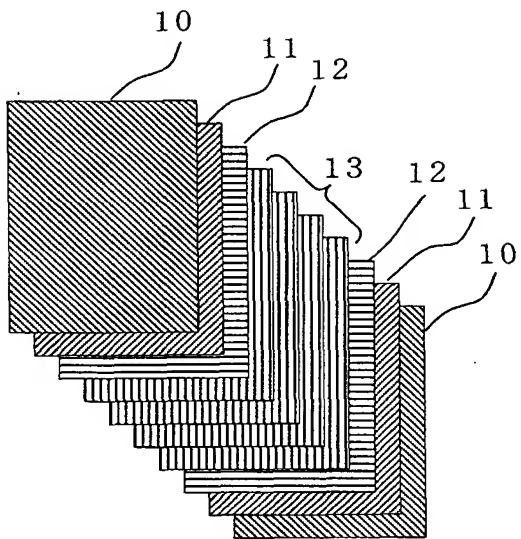


(a)

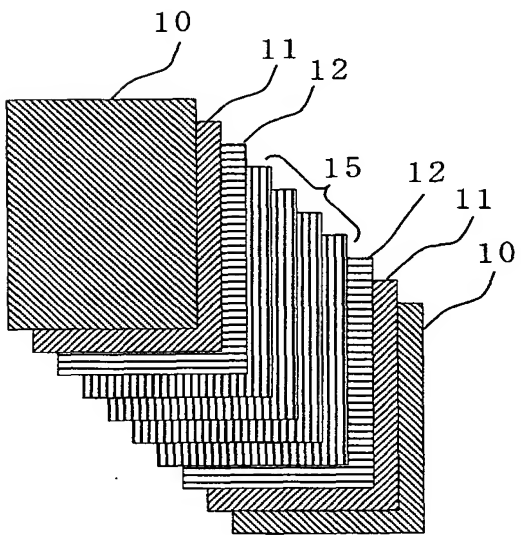


(b)

【図11】

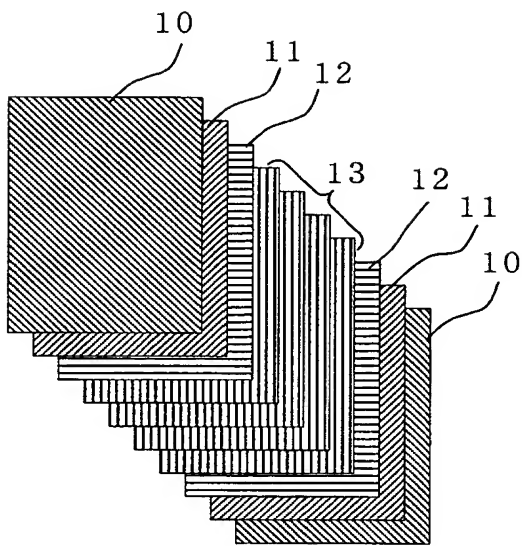


(a)

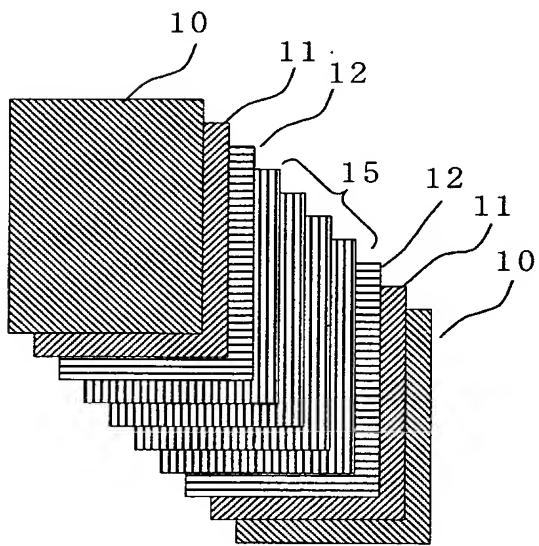


(b)

【図 12】



(a)



(b)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 軽量で高剛性、耐腐食性に優れ、高い振動減衰特性を有しかつ製造コストが従来品よりも遥かに低い F R P 製構造用部材を提供する。

【解決手段】 強化繊維を含む F R P 製構造用部材が、引張弾性率 4 0 0 ～ 8 5 0 G P a の炭素繊維（a）を含みかつ、該炭素繊維（a）の配向方向が前記部材の長手方向に平行になるように配置されていることを特徴とする F R P 製構造用部材。

【選択図】 図 1



特願 2002-224241

出願人履歴情報

識別番号

[000004444]

- | | |
|----------|------------------|
| 1. 変更年月日 | 1999年 4月 2日 |
| [変更理由] | 名称変更 |
| 住 所 | 東京都港区西新橋1丁目3番12号 |
| 氏 名 | 日石三菱株式会社 |
| | |
| 2. 変更年月日 | 2002年 6月28日 |
| [変更理由] | 名称変更 |
| 住 所 | 東京都港区西新橋1丁目3番12号 |
| 氏 名 | 新日本石油株式会社 |